

云南哀牢山徐家坝中山湿性常绿阔叶林 动态和节律的研究*

吴邦兴* *

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)

摘 要

根据多年定位观察资料, 包括从组成种的种子萌发、幼苗生长及成年物种的生长规律和物候节律对湿性常绿阔叶林动态和节律的研究, 结果表明: 林地种子贮量、可萌发种子量和萌发种数, 雨季大于旱季。幼苗生长雨季快于旱季。表明雨季是种子萌发、幼苗生长的最佳季节。立木生长是种间竞争、自我调控、自疏的过程。成年物种各物候期长、不明显与温带阔叶林各物候期短、明显不同, 而开花、结果、落果终年进行与西双版纳季节雨林物候节律相似。三者的不同在于季节雨林春季(2~3月)落叶, 常绿阔叶林冬季(11~12月)落叶, 温带阔叶林秋季(9~10月)落叶。依据物种物候节律特点及其对气候环境的反应区分出3种生态物候型: 1. 暖温生态物候型(占总种数(50)的82%); 2. 温性生态物候型(占12%); 3. 温凉生态物候型(占0.6%)

关键词 常绿阔叶林; 动态; 节律; 哀牢山

STUDY ON THE DYNAMICS AND RHYTHMS OF MIDMONTANE WET EVERGREEN BROAD-LEAVED FOREST AT XUJIABA, AILAO MOUNTAINS, YUNNAN

Wu Bang-xing

(Kunming Institute of Ecology, Academia Sinica, Kunming 650223)

Abstract

According to data of long-term observation, the dynamics and the rhythms of the wet evergreen broad-leaved forest in respect of seed germination, seedling growth, growth laws,

收稿日期: 1994-07-05 接受日期: 1994-11-14

杨国平参加野外观察, 特此致谢。

* 国家自然科学基金资助课题。

即吴佑仇。

and phenological rhythms of the mature trees of constituent species were analyzed. The species numbers of the seeds, germinable seeds and germinated seeds of the forest in rainy season were larger than those in dry season. The growth rate of the seedlings was faster in rainy season as well indicating a season most favourable for the growth of seedlings. The growth of trees was a process of inter-specific competition, self-regulation and self-thinning. The long and indistinctive phenological phases of the mature trees differed from those short and distinctive phenological phases of the broad-leaved forests in the temperate. Its continuous flowering, fruiting and fruit-falling were similar to the phenological rhythms of seasonal rain forests in Xishuangbanna. However, leaf-shedding of the seasonal rain forests in Xishuangbanna, the evergreen broad-leaved forests and the temperate broad-leaved forests was in spring (February ~ March), in Winter (November ~ December) and in autumn (September ~ October) respectively. Based on the characteristics in the phenological rhythms of the species and their responses to the climates, the three eco-phenological types were divided as: 1. The warm temperate eco-phenological type, which accounts for 82% of the total species number (50); 2. The temperate eco-phenological type, 12%; 3. The cool temperate eco-phenological type, 0.6%.

Key words Evergreen broad-leaved forest; Dynamics; Rhythms; Ailao mountains

近年国内外许多学者对植物物候发育节律做了大量的研究^[1~4],但有关群落的生长发育节律研究甚少,本文报道徐家坝中山湿性常绿阔叶林的动态和节律。徐家坝的常绿阔叶林是我国亚热带广布的常绿阔叶林西部型中具代表性的山地类型,是山地垂直带上的主体植被。我研究所自1980年在该地建立森林生态系统定位站以来,对这类森林的区系组成、森林的性质特点、结构、生态外貌及动态,以及主要组成树种的生物量、生长量及其下属类型的划分等做了较深入的研究^[5],但对该森林的生长发育节律未曾涉及,探讨这种森林的动态和节律不仅在理论上对进一步认识该森林的性质、起源、特点有重要意义,而且对山地占94%的我省山地资源合理开发利用、农经作物布局及生态系统管理都具有重要意义。

1 研究地的环境及研究方法

研究地位于哀牢山自然保护区北段徐家坝,约北纬23°32',东经101°03',海拔2450 m。组成该区森林的主要树种是壳斗科的木果石栎(*Lithocarpus xylocarpus*)、景东石栎(*L. jingdongensis*)、腾冲栲(*Castanopsis wattii*)。常混以樟科的绿叶楠(*Machilus viridis*)、绿毛楠(*M. bombycina*)、柴桂(*Cinnamomum tamala*)、八角科的大花八角(*Illicium macranthum*)、茶科的折柄茶(*Hartia sinensis*)、小花茶(*Camellia forrestii*)、木兰科的红花木莲(*Manglietia insignis*)等。林下灌木以箭竹(*Sinarundinaria nitida*)为表征,草本以滇西瘤足蕨(*Plagiogyria communis*)为标志。气候属西南季风区,干湿季分明。5~10月为雨季,云雨多,占年雨量(1900 mm)的87%,日照少,占年日照时数(1268.7 h)的21%。11~4月为旱

季, 降雨少, 占年降雨量的 13%, 天气晴朗, 日照多, 占年日照时数的 51%。相对湿度与此相应, 雨季为 79% ~ 92%, 旱季为 55% ~ 77%。年均温 10.6 , 最热月(6 月) 均温 15.9 , 最冷月(1 月) 均温 4.8 , 极端最低(1 月) 温—7.3 ~ —8.3 (1982 年, 1986 年), 但为期不长。年辐射量 18.1 kJ/(m² · a)。总的气候特点是冬季不冷, 夏季不热, 整年温凉潮湿。在这种森林气候作用下发育的山地黄棕壤, 土层深达 1.5 ~ 2 m, 层次分明。0 ~ 20 cm 土层, N 0.229%, C 7.42%, C/N 32.4, pH 3.5, 有机质 12.79% ~ 13%, 腐殖质 25.7%, 速效 N、P、K 富集表土, 淋溶明显, 活性铝量高, 微生物量多、活跃。在温凉潮湿和肥沃土壤影响下森林得到繁茂发展, 面积近 29.22 km²。立木高大, 具常绿阔叶林典型(乔木 2 层、灌木层、草本层和地被层) 结构。附生植物繁多, 原生性强, 是研究森林生态系统理想的林地。

为研究森林的生长发育节律, 根据在不同方向、地点所做 12 个 400 m² 及 2 个 2500 m² 样地统计的存 · 盖系数, 在林内选取能代表该林区森林结构和存 · 盖系数 > 2 以上的林段设立 2500 m² 定位样地。在样地内: (1) 直径 5 cm 以上立木用红漆编号, 并在高 1.3 m 处每年测定 1 次胸径; (2) 存 · 盖系数 > 2 以上各种植物每月进行 4 ~ 5 次物候观察; (3) 在林窗、林荫下除去一切植物, 翻土 30 cm; 林荫下除去残落物和保留残落物: 除去箭竹和保留箭竹等处理。每个实验地面积 4 m², 每月统计测定 1 次幼苗种数、高度; (4) 在样地内沿对角线交叉等距设立 10 个 4 m² 样地, 每月月底以残落物层至表土 2 cm 处收集样地内种子数量, 用解剖法区分可萌发的和不可萌发的种子。

2 研究结果

2.1 森林生长

2.1.1 林地种子贮量、质量 经 1984 ~ 1986 年的统计(图 1) 表明: 徐家坝森林林地种子年均贮量 3044666 grains/(hm² · a), 其中不萌发种子年均贮量 2650333 grains/(hm² · a), 占年均贮量的 87.04%, 可萌发种子年均贮量 394333 grains/(hm² · a), 占年均贮量的 12.95%, 比西双版纳季节雨林的少 43.39%^[6], 说明该森林林地贮存可萌发的种子较季节雨林少。雨季年均种子贮量 1906333 grains/(hm² · a), 占年均种子贮量的 62.61%; 旱季 113833 grains/(hm² · a), 占年均贮量的 37.38%。其中雨季可萌发种子 321667 grains/(hm² · a), 占可萌发种子年均贮量的 81.57%, 旱季占 18.42%。不萌发种子雨季 1584666 grains/(hm² · a), 占不萌发种子年均贮量的 59.79%, 旱季占

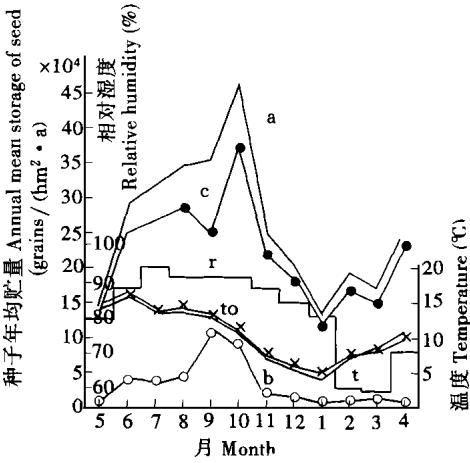


图 1 土壤中种子年均贮量、质量与气候因子的关系
a. 土壤中种子年均贮量 b. 好的 c. 坏的
r. 相对湿度 t. 林内气温 to. 林内地温

Fig.1 Annual mean storage of seed and its quality in relation to climate factors
a. Annual mean storage of seed in soil
b. Good c. Bad r. Relative humidity
t. Air temperature within forest
to. Ground temperature in forest

40.20%。反映出林地种子贮量、可萌发的和不萌发的种子具有明显的季节性。当降雨多,湿度大,林内地温、气温偏高的雨季,林地种子贮量多,可萌发的种子多,不萌发的种子也多。当降雨少,湿度小,林内地温、气温偏低的旱季,林地种子贮量少,可萌发的少,不萌发的种子偏多。雨季9~10月林内地温高于气温0.2~0.4℃时,可萌发的种子多。旱季最冷(1月)月地温、气温低时可萌发的种子也低。3~4月地温、气温回升,地温低于气温0.3~0.4℃,温度增高时可萌发的种子少,不萌发的种子偏多。显然,林内地温、气温间变幅大小,特别是地温低于气温是影响林地种子贮量及其好坏的生态因子。由此也反映出该森林种子具有明显的喜暖性。

2.1.2 林地幼苗生长 林内不同生境、不同实验下幼苗种数、高度(表1)不同:林窗和林荫下翻土,幼苗种数、高度比林荫下多、高度高。林荫下除去残落物比保留残落物幼苗种数少,高度高。林荫下除去箭竹比保留箭竹种数多,高度略高。反映出除去箭竹有利于种子萌发和幼苗生长,保留箭竹则相反,说明箭竹在森林更新中是不利因子,可能与复轴型具短而横走的地下茎广布地表,导致地表紧实,可供它种植物的营养物量减少有关。除去残落物地表裸露,削弱有机物与土壤间的物质循环,于种子萌发有利,但不利于幼苗生长,可能跟残落物分解时产生的 CO_2 (白天11~13时和夜间第二次释放)以及残落物持水过量有关。显然残落物层对种子萌发和幼苗生长具有有利和不利两重性。林窗和林荫下翻土,改善了土壤的通透性(透水性和持水性),易于调节6~8月浅土高温层和1月份5~10℃冷土层温度^[7],使之有利于种子萌发和幼苗生长;林窗比林荫更易与林外空气对流,增强林地光照、温度和 CO_2 ,调节增强近地面与土壤中温度、湿度及 CO_2 等的交换和平衡,形成更有利于种子萌发和幼苗生长的适宜生境,因此,林窗是森林更新的瓶颈。其次,不同生境、不同实验下幼苗生长雨季比旱季高,与雨季降雨多、湿度大、地温气温偏高、林内温凉潮湿相应;旱季降雨少、湿度小、地温气温偏低、林地干凉,故幼苗生长不及雨季快,说明凉爽湿润是幼苗生长的适宜生境。

2.1.3 立木生长与立木体积 在 $1/4\text{ hm}^2$ 面积上直径5 cm以上立木有27个木本种群,314个种群个体,按10 cm为一直径级共14个直径级。将314个种群个体置于相应直径级中,算出每个径级年均直径增长量和年均总直径增长量。视每个种群个体为一圆柱体,其体积为: $V = \pi r^2 H \dots\dots(1)$,式中 r 为圆柱体半径。 H 为从地面至林冠平均高度(cm), π 为圆周率,所给出的值即该径级体积,再乘该径级种群个体数即该径级总体积。立木材积是视各径级平均值为平均木法的标准木直径,以此直径级的平方(D^2)乘平均树高(H),即为该径级胸高断面面积,再乘该径级立木数(N),即得该径级平均材积,其算式为: $W = D^2 H N \dots\dots(2)$,最后将各径级平均材积合值乘各径级立木数合值,即得该森林单位面积上立木材积。将(1)、(2)式所得值列于表2。从表2看,立木种群个体、直径、体积、材积呈正相关。从5 cm径级起向森林上层空间增长,及至30~40 cm径级,个体直径、体积、材积达最高峰,60~70 cm径级减弱,70~90 cm径级复增大,100 cm径级后缓慢稳定。与此过程相伴是立木不断增高,种群个体减少,体积、材积增大。特点是高峰期前种群个体多、密度高、压力大,但光、热、水资源有限,致使种内种间竞争激烈,一部分立木因生活型、遗传型差异,一些竞争力弱,停留在5~10 cm径级,成为高10 cm左右的小乔木,如小花茶、薄叶山矾(*Symplocos anomala*)等。另一些因竞争力较强,但终不及竞争力强的立

木, 停留在 20 ~ 30 cm 径级, 成为 17 ~ 18 m 的中小乔木, 如南亚枇杷(*Eriobotrya bengalensis*)、毒鼠子(*Dichapetalum gelonioides*)、瑞丽鹅柴(*Schefflera shweliensis*)、坚叶山矾(*S. dryophila*)等。那些也因生活型、遗传型差异而竞争力强的立木, 渡过高峰期仍不断壮大自身的体积、材积, 其中一些终不及竞争力更强的立木, 停留在 70 ~ 100 cm 径级, 成为中乔木, 如柴桂、红花木莲、大花八角、绿叶楠等。另一些则持续增长, 最后成为大乔木和森林环境的主建者, 如木果石栎、腾冲栲、景东石栎及具标志意义的滇木荷(*Schima noronhae*)、绿毛楠、折柄茶等。由此看来, 森林的生长进程是立木间竞争、自我调控、自疏、发展, 进而形成和谐结构的过程。从种群个体、直径、体积、材积分布格局以及总直径 4.598 cm, 每年增长约 1.5 cm, 结合最大直径 160 余厘米和相当此直径枯倒木年轮数看, 该森林已繁衍 100 余年, 处于成熟至近成熟期。

表 1 林内不同生境幼苗的生长与气候因子的关系
Table 1 Relationships between seedling growth at different habitats and the climate factors (1984 ~ 1986)

处 理 Treatment	林窗下翻 ± 30 cm Forest gaps under turn up soil (30 cm)	林荫下翻 ± 30 cm Forest shades under turn up soil (30 cm)	林荫下除残蕨 Forest shades under removed litter-fern	林荫下保残蕨 Forest shades under conserved litter-fern	林荫下除箭竹 Forest shades un der removed <i>Sinarundinar ia nitid a</i>	林荫下保箭竹 Forest shades under conserved <i>Sinarund inaria nitida</i>						
样地面积 Sample area (m ²)	2 × 2	2 × 2	2 × 2	2 × 2	2 × 2	2 × 2						
种数 Specific number	12	6	6	9	12	8						
年均生长 Annual mean growth (cm)	14. 2	5. 5	40. 5	38. 5	55. 1	54. 3						
季均生长 Seasonal mean growth (cm)	雨季 Rain (5 ~ 10) 10. 5	旱季 Dry (11 ~ 4) 3. 7	雨季 Rain (5 ~ 10) 3	旱季 Dry (11 ~ 4) 2. 5	雨季 Rain (5 ~ 10) 23. 3	旱季 Dry (11 ~ 4) 17. 3	雨季 Rain (5 ~ 10) 35	旱季 Dry (11 ~ 4) 3. 5	雨季 Rain (5 ~ 10) 52. 5	旱季 Dry (11 ~ 4) 2. 6	雨季 Rain (5 ~ 10) 50. 9	旱季 Dry (11 ~ 4) 3. 4
林内地温 Ground temperature in forest ()	10. 2 ~ 13. 7	7. 8 ~ 10. 8	10. 2 ~ 13. 7	7. 8 ~ 10. 8	10. 2 ~ 13. 7	7. 8 ~ 10. 8	10. 2 ~ 13. 7	7. 8 ~ 10. 8	10. 2 ~ 13. 7	7. 8 ~ 10. 8	10. 2 ~ 13. 7	7. 8 ~ 10. 8
林内气温 Air tem perature in forest ()	9. 8 ~ 14. 2	7. 4 ~ 11. 2	9. 8 ~ 14. 2	7. 4 ~ 11. 2	9. 8 ~ 14. 2	7. 4 ~ 11. 2	9. 8 ~ 14. 2	7. 4 ~ 11. 2	9. 8 ~ 14. 2	7. 4 ~ 11. 2	9. 8 ~ 14. 2	7. 4 ~ 11. 2
年均雨量 Annual mean rainfall (mm)	1666. 7	233. 3	1666. 7	233. 3	1666. 7	233. 3	1666. 7	233. 3	1666. 7	233. 3	1666. 7	233. 3

1) 滇西腐足蕨冬季枯死, 全年不形成层片环境, 故未做实验。
1) *Plagiogyria communis* withered death in winter, had not form itself into environment synusiae all the year round, so it was not made good test.

2.2 森林发育

2.2.1 1985 ~ 1988 年对 50 种植物物候观察结果 图 2 表明该森林一年中表现出 10 月下旬至 12 月林外地温、气温偏低时落叶, 12 ~ 2 月地、气温低时相对休眠, 2 月下旬至 4 月地、气温回升, 湿度偏低时发叶, 3 月下旬至 6 月地、气温升高, 湿度低时换叶, 5 ~ 6 月、6 ~ 7 月地温、气温、湿度再升高时集中开花、结果, 10 ~ 11 月地、气温下降, 湿度高时果熟、果

表2 林内直径级 5 cm
Table 2 Growth of woody plants over 5 cm

直径级 Diameter size (cm)	5	10	20	30	40	50
种群个体在各径级的分布 Distribution of populational individual at each diameter size (cm)	34	99	88	38	27	15
种群个体密度在各径级的分布 Distribution of populational individual density at each diameter size (%)	10.8	31.5	28.0	12.1	8.6	4.8
年均各径级总生长 Annual mean total growth at each diameter size (cm)	11.76	37.62	33.88	17.10	16.74	7.41
年均各径级生长 Annual mean growth at each diameter size (cm)	0.346	0.380	0.385	0.450	0.620	0.494
年均各径级总体积 Annual mean total volume at each diameter size (cm ³)	2140.79	13017.57	17918.92	11235.47	18331.55	7384.96
年均各径级体积 Annual mean volume at each diameter size (cm ³)	62.96	131.49	203.62	295.67	678.95	492.33
年均各径级总材积 Annual mean total wood accumulated at each diameter size (cm ³)	2727.13	16582.50	22826.32	14312.70	23352.30	9407.55
年均各径级材积 Annual mean wood accumulated at each diameter size (cm ³)	80.20	167.50	259.39	376.65	864.90	627.17
平均树高 Mean height (m)	6.7	11.6	17.5	18.6	22.5	25.7

落。显然影响这一物候节律的是温度,特别是地温,其次是湿度以及它们的和谐配合。整个物候节律与温带阔叶林相似,5月初~5月中发叶,4月中~6月初开花,5月初~6月底果熟、果落,9月初~10月底落叶,而该林开花、结果、落果终年进行又与季节雨林、典型(科罗拉多岛)雨林相似。季节雨林集中在2~3月落叶,2~5月发叶,3~5月开花,6~9月结果,8、1、3月落果。典型雨林集中在12~1月落叶,4~5月开花,5~7月结果,6~7月或8~9月落果,由此可见,该森林物候节律既具暖温性,也具热带北缘性。上述落叶,休眠12种,发叶13种,换叶25种,分别占被观察种的24%、26%、50%。其中落叶10%、发叶18%、换叶6%,共计34%的种居林下,66%的种居林上。从外貌看,除12%的落叶休眠树种居林上在秋末

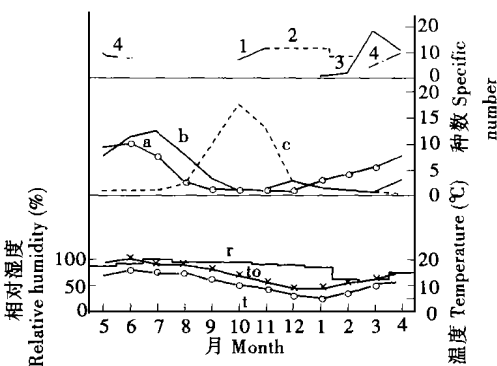


图2 湿性常绿阔叶林物候季节发育与气候因子的关系
1. 落叶 2. 相对休眠 3. 发叶 4. 换叶
a. 开花 b. 结果 c. 落果 r. 相对湿度
t. 林外气温 to. 林外地温

Fig. 2 Phenological seasonal development of evergreen broad-leaved forest in relation to the climate factors
1. Defoliation 2. Relative dormancy 3. Developing leaf 4. Exchange leaf a. Flowering b. Bearing-fruit c. Fruit-fall r. Relative humidity (%)
t. Outside air temperature of forest (°C)
to. Outside ground temperature of forest (°C)

以上木本植物的生长情况
diameter size within forest (1884 ~ 1988)

60	70	80	90	100	110	120	160	总计 Total	
								2500 m ²	10 ⁴ m ²
2	3	1	0	2	0	1	4	314	1256
0. 6	0. 96	0. 3	0	0. 6	0	0. 3	1. 27	99. 83	99. 83
0. 45	0. 61	0. 50	0	0. 96	0	0. 43	0. 34	127. 80	511. 20
0. 225	0. 203	0. 500	0	0. 480	0	0. 430	0. 085	4. 598	18. 392
213. 00	262. 02	543. 61	0	1030. 92	0	429. 63	68. 05	72576. 49	390395. 96
106. 50	87. 34	543. 61	0	515. 46	0	439. 63	17. 02	3564. 58	14258. 32
271. 36	333. 78	692. 50	0	1313. 28	0	547. 30	86. 72	92453. 44	369813. 76
135. 68	111. 26	692. 50	0	656. 64	0	547. 30	21. 68	4540. 19	18160. 76
26. 8	27. 0	27. 7	0	28. 5	0	29. 6	30	272. 2	1088. 8

冬初醒目外, 整个森林终年常绿。从开花、结果、落果看, 72% 的树种居乔木层, 28% 的树种居灌木、草本层。这种各物候期在垂直结构中叠置、套接、隐藏以及物候期长、不分明, 与季节雨林和典型雨林共有, 而与温带阔叶林各物候期短、分明而不同。这与该森林虽处中山山地, 但纬度偏南, 旷地年均地温高于林内 3.0℃, 地表 0 cm 处 0℃ 日积温持续 365 d, 10℃ 积温 8 个月以上有关。地温高于气温可能也是该森林得以繁茂发展和物候发育终年进行的原因。

2.2.2 同种、不同种物候期动态及其相互关系 前面提到的各物候期最能表征森林群落物候发育节律和生殖生长特点的是发叶、开花、结果和落叶。从表 3 看, 居上层的优势立木集中在 3~4 月发叶, 5~6 月开花, 6~7 月结果, 9~11 月果熟果落, 10 月下旬~12 月上旬落叶, 相伴而具标志意义的滇木荷、折柄茶、红花木莲等发叶、开花、结果与此相近。其余立木, 如大花八角、柴桂在 1~3 月或 2~3 月开花, 绿毛楠 4~5 月开花。居乔木亚层的南亚枇杷、吴茱萸叶五加(*Acanthopanax evodiaefolia*) 3~4 月或 4~5 月开花, 黄丹木姜(*Litsea elongata*)、瑞丽鹅柴等迟至 8~9 月开花。而居灌木层的滇柃木(*Eurya obliquifolia*)、小花茶等迟至 10~12 月开花。层间藤本八月瓜(*Holboellia latifolia*)、叉蕊薯(*Dioscorea colletii*) 则在 4~5 月或 7~8 月开花。这种同种、不同种物候发育期交错表明: (1) 上层立木物候发育与雨季湿润环境相应, 下层立木物候发育与旱季干凉环境相应; (2) 也说明该森林由多种生活型、生态物候型、遗传型的物种组成, 从而导致林内垂直空间分异, 生态位

和生态物候型多样化。

表 3 林内外同种、不同种物候期间的关系
Table 3 Relationships among main phenological period on the same and different species at inside and outside forest

生境 Habitat	物候期 Phenological period	发叶 Developing leaf				开花 Flowering				结果 Bearing fruit			
林内 Inside forest	年 Year	1985	1986	1987	1988	1985	1986	1987	1988	1985	1986	1987	1988
	<i>L. jingdongensis</i>	6/ 4 ¹⁾ ~ 6/ 5	14/ 4 ~ 14/ 5	6/ 4 ~ 22/ 4	14/ 4 ~ 29/ 4	6/ 6 ~ 6/ 7	14/ 5 ~ 14/ 6			14/ 7 ~ 6/ 10	22/ 6 ~ 14/ 9	29/ 6 ~ 29/ 9	
	<i>L. xylocarpus</i>	14/ 3 ~ 22/ 4	22/ 3 ³⁾ ~ 14/ 4	22/ 3 ~ 29/ 4	14/ 3 ~ 29/ 4	29/ 5 ~ 29/ 6	22/ 5 ³⁾ ~ 22/ 6	6/ 5 ~ 22/ 6	6/ 5 ⁵⁾ ~ 6/ 6	6/ 7 ~ 14/ 10	29/ 6 ~ 6/ 11	22/ 6 ³⁾ ~ 14/ 10	14/ 6 ~ 22/ 10
	<i>Castanopsis wattii</i>	22/ 3 ~ 29/ 4	22/ 3 ~ 29/ 4	14/ 3 ⁴⁾ ~ 14/ 4	29/ 3 ~ 22/ 4	22/ 5 ~ 22/ 6	14/ 5 ~ 6/ 6	22/ 4 ⁴⁾ ~ 29/ 6	6/ 5 ~ 29/ 5	22/ 6 ~ 22/ 9	6/ 6 ~ 14/ 10	29/ 6 ⁴⁾ ~ 6/ 10	
	<i>Camellia forrestii</i>	6/ 5 ~ 29/ 6	14/ 5 ~ 6/ 6	22/ 5 ²⁾ ~ 14/ 6	6/ 5 ~ 6/ 6	14/ 12 ~ 6/ 4	14/ 12 ²⁾ ~ 14/ 4	22/ 12 ~ 6/ 4	6/ 12 ~ 22/ 3	22/ 3 ~ 29/ 9	29/ 3 ~ 29/ 9	29/ 3 ²⁾ ~ 6/ 10	14/ 3 ~ 22/ 9
林外 Outside forest	<i>L. xylocarpus</i>		14/ 3 ³⁾ ~ 22/ 4	14/ 3 ~ 22/ 4			14/ 5 ³⁾ ~ 14/ 6	6/ 5 ~ 29/ 6			6/ 7 ~ 29/ 10	14/ 6 ³⁾ ~ 14/ 10	
	<i>Castanopsis wattii</i>		29/ 3 ~ 29/ 4	6/ 3 ⁴⁾ ~ 29/ 4			14/ 5 ~ 29/ 6	14/ 5 ⁴⁾ ~ 14/ 6			29/ 6 ~ 14/ 10	14/ 6 ⁴⁾ ~ 29/ 9	
	<i>Camellia forrestii</i>		29/ 4 ~ 22/ 5	6/ 5 ²⁾ ~ 29/ 5			14/ 11 ²⁾ ~ 6/ 4	6/ 11 ~ 29/ 3			29/ 4 ~ 29/ 8	14/ 3 ²⁾ ~ 14/ 9	

1) 日/月。2) 小花茶林内外比较。3) 木果石栎林内外比较。4) 腾冲栲林内外比较。
1) Day/M onth. 2) Comparisons *Camellia forrestii* inside et outside forest. 3) Comparisons *Lithocarpus xylocarpus* inside et outside forest. 4) Comparisons *Castanopsis wattii* inside et outside forest.

至于林外物种较林内物种发叶、开花、结果提前 8~16 d 或 8~15 d, 是因林外年均地温比林内高 3.0 , 气温高 0.4 , 形成林外较林内温暖所致。而年际间物候期不同, 则因季风进退时间不同所致。

2.2.3 生态物候型的划分 根据植物物候发育特点及其对气候环境的反映, 分如下生态物候型: (1) 暖温生态物候型: 这类物候型占被观察种的 82%, 特点是一年中林内气温 (11.2~15.8)、地温(10.8~15.7) 上升、湿度增大的 4~6 月开花, 包括果实两年熟的木果石栎、景东石栎、腾冲栲和两年开花 1 次的绿毛楠、绿叶楠等大、中、小乔木、草本、层间植物、附生和陆生蕨类。(2) 温性生态物候型: 此类物候型占 12%, 特点是林内地温 (14.6~12.6)、气温(14.5~12.4) 下降、湿度偏低的 7~9 月开花, 包括果实两年熟的滇木荷及当年熟的黄丹木姜、瑞丽鹅柴、南烛 (*Lyonia ovalifolia*)、山青木 (*Meliosma arnotiana*)、灰毛繁缕 (*Stellaria vestida*)、叉蕊薯等大、小乔木、层间植物和草本。(3) 温凉生态物候型: 此类植物占 0.6%, 特点是林内地温 (7.8~7.4)、气温(7.4~7.2) 均低、湿度降低的 11~2 月开花, 包括滇柃木、小花茶、米饭花 (*Vaccinium duclouxii*) 等小乔木。由上可见, 该森林以暖温生态物候型居多、温型少、温凉型更少为特点, 而物候型多样、暖温

型多标志森林稳定、暖温性特点明显。

3 讨论与结语

综上所述, 徐家坝湿性常绿阔叶林的动态节律有如下特点:

3.1 林地可萌发的和不可萌发的种子雨季多于旱季。雨季种子萌发的种数、高度比旱季多而高, 说明雨季是种子萌发、幼苗生长的最佳季节。

3.2 森林生长进程是不同生活型物种间、物种内竞争、自我调控、自疏、发展的过程。

3.3 组成森林的物种, 不仅不同物种物候期不同, 就是同一物种在不同层次中物候期也不相同, 反映该森林由多种生态物候型、生活型、遗传型物种组成和林内垂直空间生态位多样。

3.4 整个森林物候发育节律具温带阔叶林特点, 而开花、结果、落果终年进行又与季节雨林、典型雨林相似。不同点在于温带阔叶林各物候期短而分明, 温性生态物候型居多^[8], 9月初~10月底落叶。常绿阔叶林各物候期长而不分明, 10月下旬~12月落叶, 暖性生态物候型居多。与季节雨林、典型雨林的不同在于季节雨林集中在2~3月落叶, 典型雨林集中在12~1月落叶, 均以热性生态物候型居多^[10~11]。

3.5 常绿阔叶林生态物候型多样、稳定, 终年开花、结果、落果, 为黑长臂猿(*Hylobates concolor*) 栖息、生存提供了环境和食物链。而3~4月发叶、5~6月开花、6~7月结果、10~11月落果, 与桃、梨、核桃开花, 水稻、玉米、马铃薯种植、生育、扬花、抽穗、收割, 果木结果、果熟等节令相应^[9]。由此反映出常绿阔叶林既是山区资源、环境的主体, 也是山区农经果木节令的指示者, 因此保护该森林对山区农林牧副业、资源、环境, 减轻水土流失以及为动物提供栖息场所等都具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 任宪威. 北京树木物候研究. 北京林学院学报, 1988. (1): 1~13
- 2 竺可桢, 宛敏渭. 物候学. 北京: 科学出版社, 1978.
- 3 斯耐勒 F. 杨郁华译. 植物物候学. 北京: 科学出版社, 1958.
- 4 倍杰芒 N H. 郑钧镛译. 地植物研究中的物候学观察方法. 北京: 科学出版社, 1958.
- 5 中国科学院昆明生态室. 云南哀牢山森林生态系统研究. 昆明: 云南科技出版社, 1983. 63~204
- 6 吴邦兴. 西双版纳季节雨林更新的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1993. 17: 368~385
- 7 刘玉洪. 哀牢山北段山地的地、气温气候资源的分析. 自然资源学报, 1993. 8: 159~165
- 8 祝宁. 中国东北天然次生林主要树种的物候研究. 植物生态学与地植物学学报, 1990. 14: 337~349
- 9 张克映. 哀牢山(西南季风山地)焚风效应的农业意义. 山地研究, 1993. 11: 81~87
- 10 Foster R B. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. In: Egbert G, Leigh Jr *et al* eds., The Ecology of a Tropical Forest. Washington D. C.: Smithsonian Institution Press, 1982. 151~164
- 11 Clark D A, Clark D B. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs*, 1992. 62: 341~344